

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-290028

(43)Date of publication of application : 28.11.1988

(51)Int.Cl.

H04B 14/00

A61B 6/00

H04N 1/21

H04N 1/40

H04N 1/41

(21)Application number : 62-123809

(71)Applicant : HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 22.05.1987

(72)Inventor : ISHIKAWA KEN
HORIBA ISAO

(54) SIGNAL CONVERTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To elevate the efficiency of a whole picture information compression processing by inserting a specified signal converter in the transmission line of a signal transmission system, dependency of which for the signal value of the mean amplitude of a noise, mixed in the signal to be transmitted, is known.

CONSTITUTION: The signal converter of expression I is connected to a picture information compressing means, and a picture data is converted before the picture information compression processing is executed, and the noise level of an output signal is equalized, and a quantization to cut off the data, corresponding to fluctuation less than that, is executed. Here, in this expression, (x) is the value of the signal to be inputted to the signal converter, (y) is the value of the signal, outputted by the signal converter, ζ is an integration variable, corresponding to the value of the signal to be inputted to the signal converter, n (ζ) is the mean amplitude of the noise, mixed in the input signal of the signal converter, expressed as the function of the integration variable, and (b) and (c) are constants to be separately determined respectively. Thus, not only invalid information, below the noise level, can be effectively cut off without harming the effective information, contained in the signal, but the whole transmission line can be effectively used.

$$y = a \int_0^1 [1 - n(t)] dt$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-290028

(43)Date of publication of application : 28.11.1988

(51)Int.Cl.

H04B 14/00
A61B 6/00
H04N 1/21
H04N 1/40
H04N 1/41

(21)Application number : 62-123809

(71)Applicant : HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 22.05.1987

(72)Inventor : ISHIKAWA KEN
HORIZA ISAO

(54) SIGNAL CONVERTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To elevate the efficiency of a whole picture information compression processing by inserting a specified signal converter in the transmission line of a signal transmission system, dependency of which for the signal value of the mean amplitude of a noise, mixed in the signal to be transmitted, is known.

CONSTITUTION: The signal converter of expression I is connected to a picture information compressing means, and a picture data is converted before the picture information compression processing is executed, and the noise level of an output signal is equalized, and a quantization to cut off the data, corresponding to fluctuation less than that, is executed. Here, in this expression, (x) is the value of the signal to be inputted to the signal converter, (y) is the value of the signal, outputted by the signal converter, ξ is an integration variable, corresponding to the value of the signal to be inputted to the signal converter, $n(\xi)$ is the mean amplitude of the noise, mixed in the input signal of the signal converter, expressed as the function of the integration variable, and (b) and (c) are constants to be separately determined respectively. Thus, not only invalid information, below the noise level, can be effectively cut off without harming the effective information, contained in the signal, but the whole transmission line can be effectively used.

$$y = x \int_0^1 [1 / n(\xi)] d\xi$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

A

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-290028

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月28日

H 04 B 14/00
A 61 B 6/00
H 04 N 1/21
1/40
1/41

3 5 0

1 0 3

Z-8732-5K
A-7232-4C
8420-5C
Z-7136-5C
Z-8220-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 信号変換器

⑯ 特 願 昭62-123809

⑰ 出 願 昭62(1987)5月22日

⑱ 発 明 者 石 川 謙 千葉県柏市新十余二番1号 株式会社日立メディコ研究
開発センタ内

⑲ 発 明 者 堀 場 勇 夫 千葉県柏市新十余二番1号 株式会社日立メディコ研究
開発センタ内

⑳ 出 願 人 株式会社 日立メディ
コ 東京都千代田区内神田1丁目1番14号

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男

明 細 書

1. 発明の名称

信号変換器

2. 特許請求の範囲

1. 信号源と伝送路と受信系よりなる信号伝送系にして、伝送される信号に混入している雑音の平均値の信号値に対する依存性が既知である信号伝送系の伝送路に挿入する信号変換器において、入力信号に対する出力信号の関係が実質的に次式の関数関係であることを特徴とする信号変換器。

$$y = c \int_0^x [1/n(\xi)] d\xi$$

ただし、xは該信号変換器に入力する信号の値、yは該信号変換器を出力する信号の値、ξは該信号変換器に入力する信号の値に相当する積分変数、n(ξ)は該積分変数の関数として表わされた、該信号変換器入力信号に混入している雑音の平均値、b及びcはそれぞれ別個に定める定数。

2. 前記信号変換器は、その出力信号がデジタル信号であり、該デジタル信号の最小階調値が前記式の定数cに実質的に同等な値であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の信号変換器。

3. 前記信号変換器は情報処理装置を構成する情報圧縮手段の前段に設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の信号変換器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は医用X線画像情報等の大量の情報を電氣的に収集、伝送、蓄積、処理する系で用いられる信号変換器に係り、特に該系が情報圧縮手段を有する場合に好適な信号変換器に関する。

(従来の技術)

従来医療機関で発生する医用X線画像の情報はX線フィルムとして使用、保管されてきたが、近年保管場所を減らす、検索を容易にする、画像処理技術を用いて画像を加工する等の目的の為に、X線フィルム画像を光学的に読取り光電変換手段

及びアナログ・デジタル変換手段によつてデジタル電気信号に変換し、磁気ディスク、光ディスク等の記憶装置に保管したり、電子計算機によつて画像処理装置を施したりする画像処理装置が開発されてきた。第6図に、こうした画像処理装置の一例として、特願昭61-231記載の画像処理装置の構成を示す。第6図中の1はX線フィルム画像の画像情報をデジタル信号に変換するフィルム画像読取装置、2は画像処理装置本体ユニットである。フィルム画像読取装置1の出力デジタル信号は画像処理装置本体ユニット2内の計測インターフェース3を介して、画像処理部4に至り、画像処理部4において光の強弱の情報を濃度情報に変換する計測処理を受け磁気ディスク装置、光ディスク装置及び大容量半導体記憶装置よりなる記憶装置7に蓄積される。こうして蓄積した画像情報を必要に応じて表示画像メモリ6に転送し、該メモリに直結した画像表示装置9により画像として表示する。又、その際、一旦画像処理部4に転送し、各種の画像処理演算を行なつてから表示

用画像メモリ6に転送する場合もある。画像メモリ5は画像処理部4が上記計測処理や画像処理演算を行う際に画像情報を一時的に保管するものである。この画像処理装置全体はI/Oインターフェース8を介して画像処理装置本体ユニット2に接続しているI/O装置10で操作する。

このような画像処理装置で取り扱う画像情報の容量はX線フィルム一枚当たり約10Mバイトにもなり、そのままの形で蓄積すると莫大な記憶容量が必要となる。そこでこのような画像処理装置では「デジタル画像処理」近代科学社(1978年)第111頁から第156頁や電子通信学会論文誌J69-B巻、第3号(1986年3月)第228頁から第236頁において論じられているような各種の画像情報圧縮手法を用いて情報を圧縮してから記憶装置に蓄積している。特願昭61-231の画像処理装置においては、画像処理部4が画像メモリ5を用いて画像情報圧縮処理を行なう構成となっており、更に該画像情報圧縮処理を上記計測処理及び画像を編集し表示用画像メモリへ

転送する処理と並行して実行できる構成とすることにより処理時間の短縮を計っている。

(発明が解決しようとする問題点)

上記のような画像処理装置で行なわれている画像情報圧縮処理は通常デジタル処理として行なわれている。その際、デジタル信号の量子化誤差が画像情報に混入している。量子化誤差が画像情報の雑音レベルより小さいと、それだけ無効な情報が増え圧縮効率が低下してしまう。そこで、こうした画像情報圧縮手法を適用する場合、混合した雑音成分を除去する為に、通常は前処理として、雑音の平均値(以下ノイズレベルと呼ぶ)以下の値を有する交流成分を切り捨てる量子化を行なっている。

しかし、上記のような画像処理装置が取り扱うX線フィルム画像情報のノイズレベルはその濃度値に大きく依存する。第7図にノイズレベル n の濃度値 D に対する依存性の一例を示す。濃度値が低い領域(第7図中のA)ではX線フィルムを露光する際のX線光子数の統計的にゆらぎに起因す

る雑音が優勢であり濃度値が増加するにつれ減少する傾向を示す。一方、濃度値が高い領域(第7図中のB)ではX線フィルムの銀粒子数のゆらぎに起因する雑音とフィルム画像読取装置1の光電変換手段で発生する電気的雑音が優勢であり濃度値が増加するにつれて増加する傾向を示す。

ショット
ノイズ

従来の画像処理装置では、画像情報圧縮処理を行なう前に、画像の濃度値に対応するデジタルデータのLSBを、対象とする濃度範囲内のノイズレベル最小値 n_{min} とほぼ一致させてきた。しかし、このような方法では、第7図中の二重斜線を施した部分に相当する雑音成分は量子化レベル以下に切り捨てられるが、第7図中の一重斜線を施した部分に相当するノイズレベル最小値 n_{min} より大きな変動量をもつ雑音は画像データ中に混入したままであり、この事により画像情報圧縮処理全体の効率を落としていた。

本発明の目的は、上記従来技術の欠点を除去し画像情報圧縮処理全体の効率を上げることにある。
[問題点を解決するための手段]

上記目的は、画像情報圧縮手段に本発明の信号変換器を接続し、該手段で画像情報圧縮処理を行なうに先立ち、画像データの変換を行ない、出力信号のノイズレベルを均一化し、以下の変動に相当するデータを切り捨てる量子化を行なうことにより達成される。

〔作用〕

第1図を用いて、本発明の信号変換器の動作原理を説明する。第1図中の11は信号源であり、第6図のような画像処理装置ではX線フィルム画像とフィルム画像読取装置1よりなる系に相当する。信号源11の出力信号 x は範囲 $x_{\max} \sim x_{\min}$ で変動し、そのノイズレベル n は x に依存して変化するものとする。信号変換器12は入力信号 x に対して式(1)で定められる出力信号 y が得られるように構成する。

$$y = c \int_{\epsilon}^x [1/n(\xi)] d\xi \quad (1)$$

式(1)において b と c は定数である。このようにすると、信号変換器12で発生する雑音が y の

$$y_{\max} - y_{\min} = C \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} [1/n(x)] dx \quad (5)$$

となる。式(3)、(4)、(5)より不等式

$$C_y = \log_2 \left\{ \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \left[1/n(x) \right] dx \right\} \leq \log_2$$

$$\left\{ \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} (1/n_{\min}) dx \right\} = C_x \quad (6)$$

が成立する。このようにして、信号変換器12の出力信号 y の伝送路に必要な容量 C_y は、入力信号 x の伝送路に必要な容量 C_x より小さくすむ。

〔実施例〕

以下、本発明の信号変換器を組み込んだ画像処理装置の一実施例を、第2図と第3図により説明する。第2図は実施例の画像処理装置の全体構成を示す図であり、第6図に示す従来の画像処理装置とは画像処理部4に本発明の信号変換器14が接続している点のみが異なっている。信号変換器14は第1図の信号変換器12と量子化器13とを併せた機能を有すると共に、信号変換器12における変換の逆変換を行なう機能も有している。

含む雑音全体に対して無視し得る量である場合、 y のノイズレベル n_y は

$$n_y = (dy/dx)n = c \quad (2)$$

と y によらず定数となる。このようにしてから、信号 y を量子化器13によつて、LSBが式(2)の c に相当するように量子化し、デジタル信号 Y を得る。こうして、ノイズレベル以下の無効な情報を効果的に切り捨てることが可能となる。

また、本発明の信号変換器は伝送路に必要とされる容量を低減する効果を有する。即ち、第1図の系で、信号 x の伝送路は信号成分を損なうことなく伝送を行なう為

$$C_x = \log_2 [(x_{\max} - x_{\min})/n_{\min}] \text{ (ビット)} \quad (3)$$

以上の容量が必要である。

式(3)で n_{\min} はノイズレベル n の最小値である。これに対して、信号 y の伝送路の必要容量は $C_y = \log_2 [(y_{\max} - y_{\min})/C]$ (ビット) (4)となる。式(4)で y_{\max} 、 y_{\min} はそれぞれ x の最大、最小値 x_{\max} 、 x_{\min} に対する y の値であるので、式(1)より

このような機能を果たすため信号変換器14は第3図に示す構成をとっている。第3図中の変換用LUT15及び逆変換用LUT16は周知のルックアップテーブルの機能を果たすリードオンリーメモリであり、画像処理装置4からのLUT選択信号17がアドレス入力の上位とチップセレクト端子に接続し、入力データ信号18がアドレス入力の下位に接続し、データ出力は出力データ信号19として画像処理部4に入力する構成となっている。そして、濃度値 D に相当するデジタル値の入力データ信号18が変換用LUT15に入力された時、デジタル値

$$Y = I_{n_y} \left\{ \int_{D_{\min}}^D [1/n(x)] dx \right\} \quad (6)$$

の出力データ信号19が得られるようなデータが変換用LUT15に書き込まれている。式(6)で $n(x)$ は変換用LUT15に入力する濃度値に相当するデジタルデータのノイズレベルを濃度変動量として表わしたものであり、本実施例の画像処理装置では一方の雑音源であるフィルム画像読

取装置1が特定されているので、他方の雑音源であるX線フィルムと増感紙よりなる系が特定されれば、濃度値 x の関数として一意に決定できる。式(6)中の D_{min} はX線フィルムによつて定まる最低濃度値である。又、記号 I_{min} は小数点以下を切り捨てる整數化関数を表わす。このようにすると、本発明の作用の項で述べたようにして、出力デジタル値 Y のノイズレベル ΔY は Y の値に拘らず

$$\Delta Y = 1 \quad (7)$$

となる為、自動的にノイズレベル以下の変動成分を切り捨てることができる。

一方、逆変換用LUT16には、基本的に変換用LUT15と逆の入・出力関係を与えるデータが書き込まれている。しかし、変換用LUT15は本発明の作用の項で述べたように伝送路の容量を低減する効果がある。これは入・出力がデジタル値の場合、入力デジタル値の変動巾より出力デジタル値の変動巾の方が小さい事を意味し、異なつた入力デジタル値に対して同一の出力デ

ジタル値を与える場合がある事を意味する。従つて一般には変換用LUT15の入・出力関係と全く逆の入・出力関係を持つ逆変換用LUT16を作成する事はできない。そこで本実施例では逆変換用LUT16の入・出力関係を次のように定めている。即ち、式(6)においてある Y の値 Y_1 を与える D の値の下限が D_{11} 、上限が D_{12} である時、逆変換用LUT16に Y_1 に相当する入力信号が与えられた場合、式(8)で与えられる濃度値 D_1 に相当するデジタル信号が出力するように、逆変換用LUT16の入・出力関係を定めた。

$$D_1 = (D_{11} + D_{12}) / 2. \quad (8)$$

次にLUT選択信号17は信号変換用LUT15と逆変換用LUT16のいずれかを動作させるかの選択及び信号変換用LUT15と逆変換用LUT16の内に収められた数種類のルックアップテーブルデータのいずれかを動作させるかの選択に用いる。即ち、先に述べた様に、式(6)中の $n(x)$ はX線フィルムと増感紙よりなる系が特定されれば一意に定まるが、通常使用されているX

線フィルムと増感紙の組合せはレギュラー型、オルソ型等数種類あるので、本実施例では、それらの組合せに対応した数種類のルックアップテーブルを用意している。

以上説明してきた信号変換器14を用いた第2図の画像処理装置2において、X線フィルム画像情報を画像情報圧縮処理を行なつて記憶装置7に蓄積する場合、画像処理部4は前記計測処理により、フィルム画像読取装置1の出力を濃度情報に変換してから、画像情報圧縮処理に先立ち、信号変換器14内の変換用LUT15を使つてノイズレベル以下の変動成分を切り捨て、然る後画像情報圧縮処理を行い、圧縮された情報を記憶装置7に蓄積する。又、記憶装置7に蓄積された圧縮された情報を再生する場合は、画像処理部4は、記憶装置7からの情報の読み出しと上記圧縮処理に対応する再生処理を行なつてから、信号変換器14内の逆変換用LUT16を使つて濃度情報を復元する。このように圧縮処理に先立ち、無効な情報を効果的に切り捨てているので圧縮効率を上

げることができる。

次に、本発明の信号変換器14の効果を、第4図の実線で示す雑音特性をもつX線フィルム画像情報の場合の例として、定量的に示す。第4図の実線で示すノイズレベル n は濃度値 D の関数として式(9-1)と式(9-2)のように近似できる。

$$n(x) = \alpha(D - \beta)^2 + \gamma; \quad (9-1)$$

$$\alpha = 0.016, \beta = 1.0, \gamma = 0.005 \quad (9-2)$$

濃度値 D の変動範囲 $D_{min} \sim D_{max}$ を

$$D_{min} = 0, D_{max} = 3.5 \quad (10)$$

とするとこの範囲のノイズレベル最小値 n_{min} は

$$n_{min} = \gamma = 0.005 \quad (11)$$

となるので、濃度値 D に相当する信号を伝送する伝送路に必要な容量 C_0 は式(10)、式(11)より

$$C_0 = \log_2[(D_{max} - D_{min}) / n_{min}] = 9.5(\text{ビット}) \quad (12)$$

となる。これに対して、本発明の信号変換器を適用した後の信号の伝送路に必要な容量は、式(6)の左辺に式(9-1)及び式(9-2)を適用して

$$C_r = \log_2 \left\{ \int_{D_{min}}^{D_{max}} 1 / [\alpha(D-\beta)^2 + \gamma] dD \right\} \\ = \log_2 (\tan^{-1} [\sqrt{\alpha/\gamma} (D_{max}-b)] - \tan^{-1} [\sqrt{\alpha/\gamma} (D_{min}-\gamma)]) \\ = 7.6 (\text{ビット}) \quad (13)$$

となり、信号変換器出力にノイズレベル以下の変動を切り捨てる量子化を施せば、画像情報が濃度範囲全体に分布している場合、式(14)に示すように、約20%の無効な情報を切り捨てることができる：

$$(C_r - C_D) / C_D \approx 0.2 \quad (14)$$

即ち、信号変換器入・出力信号が共にデジタル信号である場合、入力信号は式(12)で示すように最低10ビットのビット深さが必要であるのに対し、出力信号は式(13)に示すように最低8ビットのビット深さでよくなる為、信号変換器後段の伝送路、信号処理系、記憶装置等が簡便、高速、安価になる。

以上、本発明の一実施例について、その構成、動作、効果を説明してきたが、本発明は上記実施例に限定されることなく、種々の変形が可能なこ

な画像処理装置の内だけではなく、一般に、信号源と伝送路があり、伝達される信号の雑音平均値が信号値に依存して変化し、かつその依存性の既知である系において、伝送路中に設置でき、作用の項で述べたように、伝送路の必要容量を低減させる効果を持つ。上記実施例においては信号変換器の入・出力信号は共にデジタル信号であつたが、それらはデジタル信号でもアナログ信号でも可能である。例えば、デジタル入力、アナログ出力の場合は、ルックアップテーブルとデジタル・アナログ変換器の組合せによつて、アナログ入力、デジタル出力の場合はアナログ・デジタル変換器とルックアップテーブルの組合せによつて実現できる。又、入・出力信号が共にアナログ信号の場合は、アナログ・デジタル変換器、ルックアップテーブル及びデジタル・アナログ変換器の組合せによつても構成できるが、より簡便には「改訂OPアンプ回路の設計」CQ出版社(昭和48年8月)第183頁から第186頁において論じられているような演算増幅器とダ

とは言うまでもない。例えば、上記実施例において信号変換器の変換特性は式(1)もしくは式(6)によつて規定されているが、これらの式で入力信号の関数として与えられているノイズレベル $n(x)$ を、それと類似の関数 $n'(x)$ に置き換えても、同様の効果が達成される事は明らかである。例えば、 $n(x)$ が第4図の実線のような関数になっている場合、 $n(x)$ の代わりに第4図に破線で示すような折線関数 $n'(x)$ を用いても、ほぼ同様の効果が達成でき、かつ、信号変換器を作成する際の式(1)もしくは式(6)による積分が簡便になる。

又、上記実施例において信号変換器14は画像処理部4とは別に設置する構成をとつたが、画像処理部4のランダムアクセスメモリに記憶装置7に保存しておいたデータをセットすることにより、信号変換器14内の変換用LUT15もしくは逆変換用LUT16と同じ機能を実現することも可能である。

更に、本発明の信号変換器は上記実施例のよう

イオードとの組合せによる関数発生場として構成できる。なお、伝送路の必要容量の低減は、デジタル信号の場合は、ビット数の低減に、アナログ信号の場合は必要S/N比の低減に対応する。

又、本発明の信号変換器をこのように伝送路の容量低減に用いる場合、第5図に示すように、伝送路22の信号源23側の端に、式(1)式に従いノイズレベルを均一化させる信号変換器(イ)24を配し、伝送路22の受信系25側の端に、前記実施例の逆変換用LUT16に相当する、逆変換用の信号変換器(ロ)26を配せば、信号源23、受信系25の双方に影響を与えることなく、伝送路22の容量が低減できる。その場合、信号変換器イ24、信号変換器ロ26の双方共、入・出力信号として、アナログ信号もデジタル信号も可能であることは、先に述べた如く明らかである。

〔発明の効果〕

以上述べてきたように、本発明によれば、信号に含まれる有効な情報を損うことなく、ノイズレベル以下の無効な情報を効果的に切り捨てるこ

とができるのみならず、一般に信号伝送系に適用された場合その伝送路に必要とされる容量を低減できるので、伝送路を有効に活用することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の信号変換器の原理を示す構成図、第2図は本発明の信号変換器を用いた画像処理装置の一実施例の構成図、第3図は第2図の実施例で用いる信号変換器の構成図、第4図はX線フィルム画像のノイズレベルの濃度値依存性の一例を示すグラフ、第5図は本発明の信号変換器を一般の信号伝送系に適用したときの構成図、第6図は従来の画像処理装置の構成図、第7図は従来の装置における無効な情報の残留を説明する説明図である。

1…フィルム画像読取装置、2…画像処理装置本体ユニット、4…画像処理部、7…記憶装置、

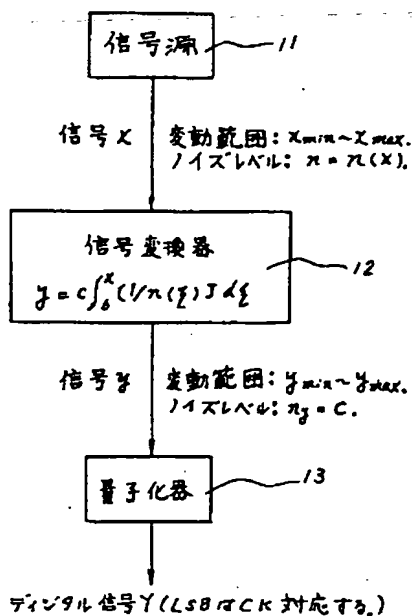
11…信号源、12…信号変換器、13…量子化器、14…信号変換器、15…変換用LUT、

16…逆変換用LUT、22…伝送路、23…信

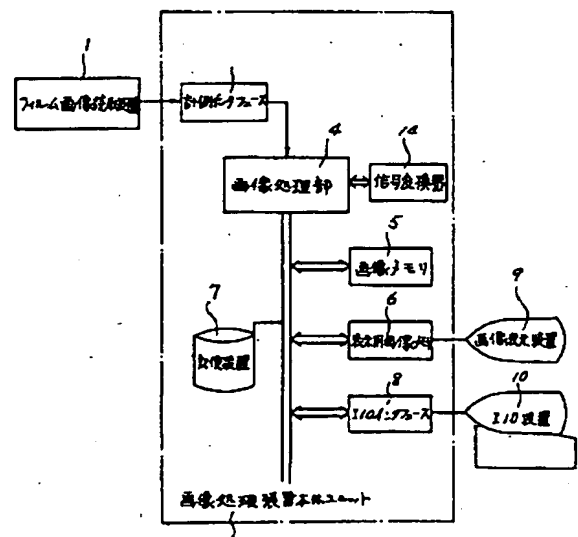
号源、24…信号変換器(イ)、25…受信系、
26…信号変換器(ロ)。

代理人 弁理士 小川勝男

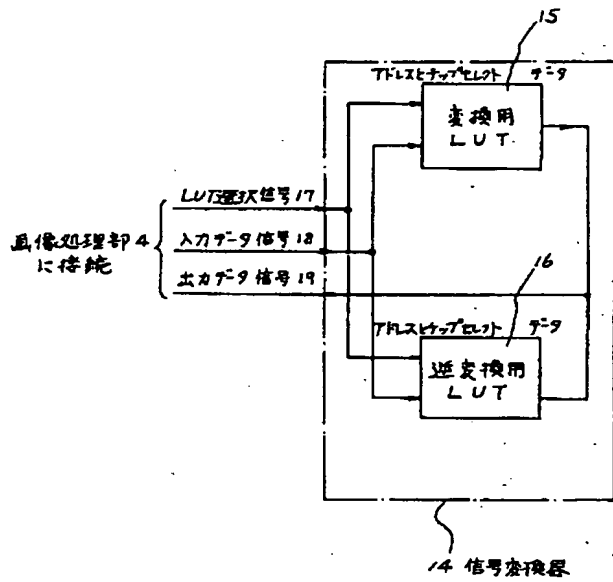
第1図



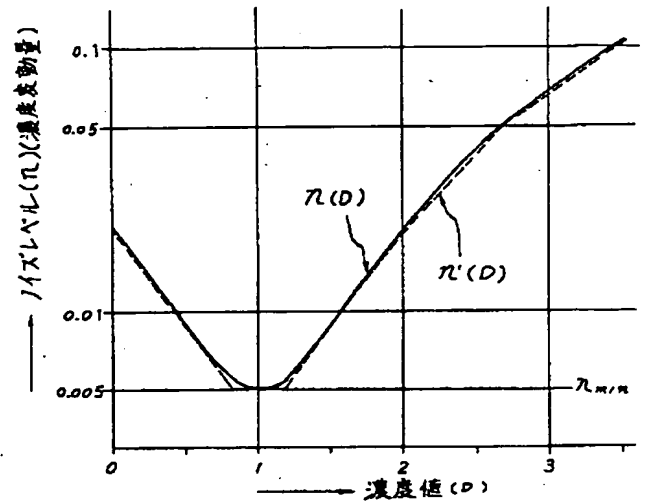
第2図



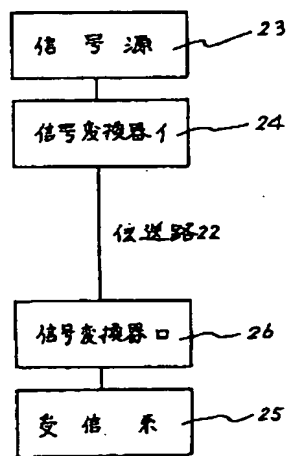
第 3 図



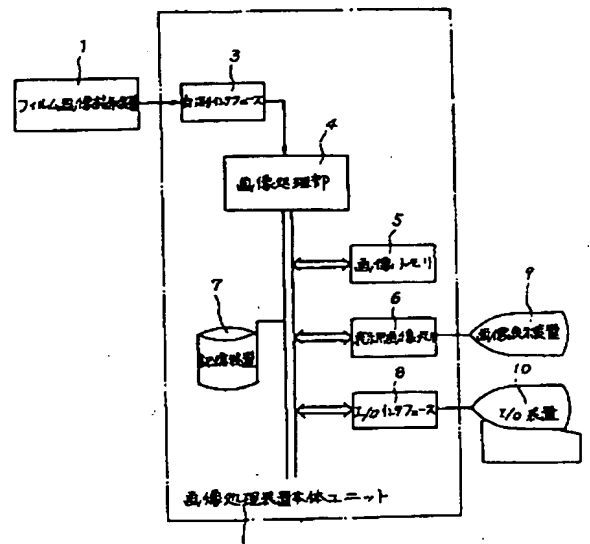
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

